

วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้ ปีที่ 8 ฉบับที่ 1 (2560)

การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปริมาณ สารสัมพันธ์ โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะ ที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

ภัทรารรรณ ไชยมงคล^{1*} สกนธ์ชัย ชนะนนท์¹ และจินตนา กล่ำเทศ²

¹ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร และ ²ภาควิชาเคมี

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก 65000

*E-mail: jomyut_fm@hotmail.com

รับบทความ: 28 กรกฎาคม 2559 ยอมรับตีพิมพ์: 12 ธันวาคม 2559

บทคัดย่อ

ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มีความสำคัญในการพัฒนาให้นักเรียนเป็นพลเมืองที่สามารถแสดงความคิดเห็น มีส่วนร่วม และตัดสินใจในประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้อย่างรอบรู้และมีเหตุผล และเป็นเป้าหมายที่สำคัญของโครงการหลักสูตรห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี โรงเรียนสตรีประจำจังหวัดแห่งหนึ่งในเขตภาคเหนือตอนล่าง การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มเป้าหมายคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.3 จำนวน 30 คน ดำเนินการจัดการเรียนรู้ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์เนื้อหาโดยการอ่านคำตอบของนักเรียนอย่างละเอียด และจำแนกกลุ่มคำตอบของนักเรียนโดยใช้เกณฑ์ของ Lawson (2009) ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งสามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนได้ โดยหลังการจัดการเรียนรู้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้น

คำสำคัญ: ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง วิจัยปฏิบัติการ ปริมาณสารสัมพันธ์

Development of Scientific Reasoning Ability in Stoichiometry Unit Using Argument-Driven Inquiry Instructional Model

Pattharawan Chaimongkol^{1*}, Skonchai Chanunan¹ and Jintana Klamtet²

¹Department of Education, Faculty of Education, and ²Department of Chemistry,
Faculty of Science, Naresuan University, Pitsanulok 65000, Thailand

*E-mail: jomyut_fm@hotmail.com

Received: 28 July 2016 Accepted: 12 December 2016

Abstract

Scientific reasoning ability is the significant factor to develop students to be citizens who could express their opinion, participate and decision making on controversial socio-scientific issues by using science knowledge and reason. Moreover, scientific reasoning ability is important goal of Science, Mathematics and Technology curriculum (SMAT) for students of one of girl school located at lower northern part of Thailand. In this study, a classroom action research was employed. The purposes of this study were to investigate the development of 10th grade students' scientific reasoning ability after learning through argument-driven Inquiry learning model in the topic of stoichiometry. The participants were 10th grade students (room no.3) with 30 students from one of girl school located at lower northern part of Thailand in the second semester of 2015 academic year. The research tools included scientific reasoning ability test and students' investigation report. The collected qualitative data were analysed by means of content analysis which carefully read students' answer and classify answers by Lawson's criteria (2009). The finding indicated that the students' scientific reasoning ability after learning though Argument-driven inquiry activities was higher than that of the before one.

Keywords: Scientific reasoning ability, Argument driven inquiry Model, Action research, Stoichiometry

บทนำ

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีเป้าหมายสำคัญเพื่อพัฒนาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ควบคู่ไปกับการพัฒนาความสามารถทางวิทยาศาสตร์ เช่น การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Bao et. al., 2009) ซึ่งมี

ส่วนช่วยในการส่งเสริมให้นักเรียนเติบโตเป็นพลเมืองที่สามารถคิด มีส่วนร่วมในการแสดงข้อคิดเห็น ตัดสินใจในประเด็น หรือข้อถกเถียงต่าง ๆ ในสังคม ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้โดยใช้ความรู้และเหตุผล (Kolsto, 2001) นอกจากนั้นความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ยังเป็นเป้าหมายที่สำคัญของโครงการหลักสูตรห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี โรงเรียนสตรีประจำจังหวัดแห่งหนึ่ง ในเขตภาคเหนือตอนล่าง (IPST, 2012)

โครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ หรือ PISA ได้ประเมินผลการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนอายุ 15 ปี พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยมาตรฐานของ OECD โดยการประเมินในปี ค.ศ. 2006 ที่เน้นการประเมินการรู้วิชาวิทยาศาสตร์ร้อยละ 60 ผลการประเมินพบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยรวมวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับที่ 2 จากทั้งหมด 6 ระดับ ซึ่งหมายความว่า นักเรียนไม่สามารถระบุ อธิบาย และประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ที่หลากหลายได้ และไม่สามารถเชื่อมโยงระหว่างการอธิบายและการใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์จากแหล่งต่าง ๆ เพื่อเป็นเหตุผลในการตัดสินใจ นักเรียนไม่สามารถแสดงออกถึงการใช้ความคิดและการเป็นเหตุเป็นผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับสูงได้ และเมื่อพิจารณาในส่วนของการตอบคำถาม พบว่า นักเรียนได้คะแนนน้อยที่สุดในการตอบคำถามที่ต้องให้เหตุผลประกอบคำอธิบาย (Sunee et al., 2007) จากผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่สามารถสร้างข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ หรือมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยนั่นเอง

จากผลการประเมินของโครงการ PISA ข้างต้นสอดคล้องกับผลการสังเกตจากการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาเคมี รวมถึงสอบถามและสัมภาษณ์ครูผู้สอนรายวิชาเคมีชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ในการออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบ สืบค้นข้อมูล ระบุสมมติฐาน วิเคราะห์ข้อมูล ระบุหลักฐานจากการสำรวจตรวจสอบเพื่อนำมาใช้ในการลงข้อสรุปนั้นนักเรียนยังไม่มีมีการกล่าวอ้างถึงหลักฐานและเหตุผลอย่างสมเหตุสมผลเท่าใดนัก เนื่องจากกิจกรรมการเรียนการสอนในห้องเรียนบางส่วนยังไม่สอดคล้องกับแนวทางที่นักเรียนจะนำความรู้ไปใช้ในการอธิบายสิ่งต่าง ๆ หรือสร้างข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์จากหลักฐานเชิงประจักษ์หรือเหตุผลที่เหมาะสมมากนัก ซึ่งแสดงให้เห็นถึงระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ควรได้รับการพัฒนาให้สูงขึ้น

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอน พบว่า รูปแบบหนึ่งที่สามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ คือ รูปแบบการสอนสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ซึ่งพัฒนาโดย Enderle et al. (2012) เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีนี้มีแนวการสอนสืบเสาะและสร้างบริบทในการโต้แย้งให้กับนักเรียน ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยหลักฐานและเหตุผลที่เหมาะสม (Berland and Reiser, 2009) จากเหตุผลและความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยจึงดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

คำถามวิจัย

การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง สามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้หรือไม่ อย่างไร

ขอบเขตการวิจัย

ผู้วิจัยกำหนดขอบเขตการวิจัยครั้งนี้ไว้ดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมายคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.3 โรงเรียนสตรีประจำจังหวัดแห่งหนึ่งในเขตภาคเหนือตอนล่าง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 30 คน เป็นนักเรียนหญิงจำนวน 27 คน และนักเรียนชายจำนวน 3 คน ซึ่งเป็นนักเรียนโครงการหลักสูตรห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี และเป็นห้องที่ผู้วิจัยรับผิดชอบในการจัดการเรียนรู้
2. ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูลครั้งนี้ คือ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้จำนวน 12 ชั่วโมง และใช้แผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 แผน
3. เนื้อหาในการวิจัยเป็นเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อย่อย ได้แก่ ความเข้มข้นของสารละลาย สมบัติคอลลิเกทีฟ และการคำนวณเกี่ยวกับสูตรเคมี

นิยามศัพท์เฉพาะ

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ให้นิยามศัพท์ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถของนักเรียนในการ

สำรวจปรากฏการณ์ พยากรณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้น รวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ และลงข้อสรุป ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และรายงานการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน

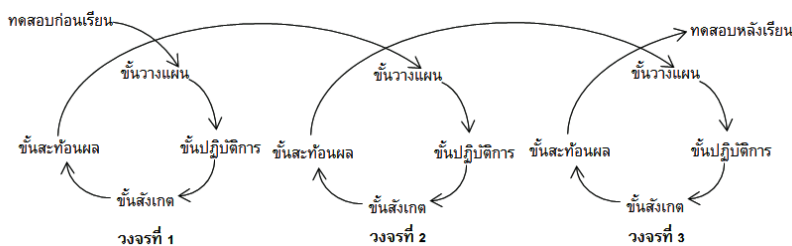
2. การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง คือ การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกันในการสืบเสาะหาความรู้ พิจารณาหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการสืบค้น และใช้ความรู้เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ ในการสำรวจตรวจสอบเพื่อนำมาสู่การลงข้อสรุป และสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว สำหรับใช้นำเสนอในกิจกรรมการโต้แย้ง ที่นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นต่อข้อโต้แย้งของกลุ่มอื่น พร้อมให้เหตุผลประกอบ ซึ่งมี 8 ขั้นตอน (Enderle et al., 2012) ได้แก่ การระบุภาระงานและถามคำถาม การออกแบบวิธีการและเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว กิจกรรมการโต้แย้ง การอภิปรายอย่างชัดเจนและสะท้อนกลับ การเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบ การตรวจสอบโดยเพื่อน และการปรับปรุงและส่งรายงาน

วิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (classroom action research) ซึ่งผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนเป็นผู้ดำเนินการวิจัย โดยมีขั้นตอนการวิจัยประกอบด้วย 4 ขั้นตอนที่เป็นวงจรต่อเนื่องของ Kemmis and McTaggart (1988) ได้แก่ (1) ขั้ววางแผน (plan) โดยผู้วิจัยได้ศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดย

ใช้แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เพื่อนำข้อมูลมาประกอบประกอบการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง (2) ขั้นปฏิบัติ (act) ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่สร้างขึ้นไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน (3) ขั้นสังเกต (observe) เป็นขั้นการสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นขณะปฏิบัติการ โดยใช้เครื่องมือวิจัยในการเก็บข้อมูล คือ รายงานการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน (4)

ขั้นสะท้อนผล (reflect) ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลจากรายงานการสำรวจตรวจสอบ เพื่อวิเคราะห์ระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และนำมาใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป ทำเช่นนั้นจนครบ 3 วงจร และทำการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์อีกครั้ง ซึ่งผู้วิจัยได้สังเคราะห์เป็นขั้นตอนการวิจัยได้ดังในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ขั้นตอนของกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในงานวิจัยครั้งนี้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 2 ประเภท ได้แก่

1. เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ คือ แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ จำนวน 3 แผน ได้แก่ ความเข้มข้นของสารละลาย สมบัติคอลลิเกทีฟ และการคำนวณเกี่ยวกับสูตรเคมี ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 12 ชั่วโมง ตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ และครูผู้มีความประสงค์สอนในเนื้อหาปริมาณสารสัมพันธ์มากกว่า 5 ปี โดยผู้เชี่ยวชาญ

พิจารณาถึงความเห็นตามเกณฑ์ที่ปรับปรุงจากแบบประเมินผลงานวิจัยและเกณฑ์การประเมินผลของ Boonchom (2001) ผลการประเมินพบว่า ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 แผน มีค่า 4.65 4.71 และ 4.80 ตามลำดับ ซึ่งมากกว่า 3.51 คือ แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมในระดับมากและมากที่สุดซึ่งสามารถนำมาใช้ในการวิจัยได้ (Nopporn, 2007)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

2.1 แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปริมาณสาร

สัมพันธ์ ฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน จำนวน 3 สถานการณ์ 12 ข้อ มีลักษณะเป็นข้อสอบ 2 ตอน ประกอบด้วยตอนที่ 1 ให้ตอบคำถามของสถานการณ์โดยตอบอย่างสั้น และตอนที่ 2 ให้อธิบายเหตุผลของคำตอบส่วนที่ 1 โดยผู้วิจัยได้สร้างจากกรอบแนวคิดการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของ Lawson (2009) ตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา และครูผู้ที่มีประสบการณ์สอนเนื้อหาปริมาณสารสัมพันธ์มากกว่า 5 ปี เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา

2.2 รายงานการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน เป็นแบบบันทึกสำหรับนักเรียนรายบุคคล ในการเขียนรายงานผลการสำรวจตรวจสอบสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งประกอบด้วย จุดประสงค์ วิธีการสำรวจตรวจสอบ การคาดคะเนคำตอบ หลักฐาน ข้อสรุป และการให้เหตุผล

ตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ และครูผู้ที่มีประสบการณ์สอนในเนื้อหาปริมาณสารสัมพันธ์มากกว่า 5 ปี เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ภาษา และความเหมาะสมในการวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพจากการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ที่ได้จากการอ่านคำตอบของนักเรียนในแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และรายงานผลการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน เป็นรายบุคคล เพื่อจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนด้วยเกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นจากเกณฑ์ของ Lawson (2009) ดังรายละเอียดในตาราง 1

ตาราง 1 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	เกณฑ์การประเมิน			
	การสำรวจปรากฏการณ์	การพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น	การรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์	การลงข้อสรุป
สูง	ระบุและให้เหตุผลวิธีการสำรวจตรวจสอบได้ถูกต้อง และครบถ้วน อย่างน้อย 2 วิธี	ระบุการคาดคะเนคำตอบ และให้เหตุผลที่ถูกต้อง และครบถ้วน อย่างน้อย 2 เหตุผล	ระบุหลักฐาน และเหตุผลของการใช้หลักฐานได้ถูกต้องและครบถ้วน อย่างน้อย 2 หลักฐาน	ลงข้อสรุปได้ถูกต้อง และอธิบายโดยใช้หลักฐานที่ถูกต้อง
ปานกลาง	ระบุและให้เหตุผลวิธีการสำรวจตรวจสอบได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน เพียง 1 วิธี	ระบุการคาดคะเนคำตอบ และให้เหตุผลที่ถูกต้อง และครบถ้วน อย่างน้อย 1 เหตุผล	ระบุหลักฐาน และเหตุผลของการใช้หลักฐานได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน เพียง 1 หลักฐาน	ลงข้อสรุปไม่ถูกต้อง แต่อธิบายโดยใช้หลักฐานที่ถูกต้อง
ต่ำ	ระบุและให้เหตุผลวิธีการสำรวจตรวจสอบไม่ถูกต้อง	ระบุการคาดคะเนคำตอบ แต่ให้เหตุผลไม่ถูกต้อง	ระบุหลักฐาน และเหตุผลของการใช้หลักฐานไม่ถูกต้อง	ลงข้อสรุปโดยไม่อ้างอิงหลักฐานที่ถูกต้อง

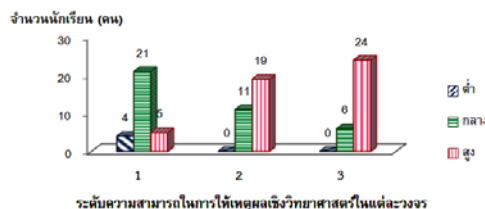
นอกจากนี้ผู้วิจัยได้สะท้อนผลเกี่ยวกับปัญหาและแนวทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำมาใช้ปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ในวงจรถัดไป เช่น การจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 1 ขั้นตอนกิจกรรมการโต้แย้ง ซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ ผู้วิจัยพบว่านักเรียนไม่กล้าแสดงความคิดเห็นต่อข้อโต้แย้งชั่วคราวของกลุ่มเพื่อน เนื่องจากกลัวการทะเลาะวิวาท ดังนั้นผู้วิจัยจึงปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 2 โดยการให้นักเรียนทำความเข้าใจและสร้างข้อตกลงร่วมกันเกี่ยวกับกิจกรรมการโต้แย้ง เพื่อให้นักเรียนยอมรับฟังความคิดเห็นที่มีเหตุและผลของกลุ่มเพื่อน ซึ่งช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการโต้แย้ง สามารถแสดงความคิดเห็นต่อข้อโต้แย้งชั่วคราวของกลุ่มเพื่อนได้ในวงจรที่ 2 และวงจรที่ 3

ในงานวิจัยนี้ได้หาคุณภาพและความน่าเชื่อถือของข้อมูลด้วยวิธีการตรวจสอบแบบสามเส้าด้านวิธีการเก็บข้อมูล (triangulation method) ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบข้อมูลเดียวกันที่ได้จากเทคนิคการเก็บรวบรวมข้อมูลหลายวิธี (Taweesak, 2005) โดยการเปรียบเทียบความสอดคล้องของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จากเครื่องมือ 2 ชนิด ได้แก่ แบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และรายงานการสำรวจตรวจสอบของนักเรียน

ผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากราย-

งานผลการสำรวจตรวจสอบของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจร แสดงผลระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 เปรียบเทียบระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปริมาตร สารสัมพันธ์ หลังการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ

จากภาพที่ 2 พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจร นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้นตามลำดับ โดยหลังจากการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 1 นั้น มีนักเรียนที่มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับต่ำ จำนวน 4 คน มีนักเรียนที่มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับกลาง จำนวน 21 คน และมีเพียง 5 คนที่มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับสูง เมื่อจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 2 เสร็จสิ้น พบว่า ไม่มีนักเรียนที่มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับต่ำ นักเรียนมีพัฒนาการ คือ มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับกลางและสูง คือ มีจำนวน 11 คน และ 19 คน ตามลำดับ ในขณะที่หลังการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 3 พบว่า นักเรียนที่มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับกลางจำนวน 6 คน ขณะที่นักเรียนที่มีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

ในระดับสูงมีจำนวนเพิ่มขึ้นเป็น 24 คน

ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับการวิเคราะห์เนื้อหาจากแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ ก่อนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีการพัฒนาในระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ทั้ง 4 องค์ประกอบ ได้แก่ การสำรวจปรากฏการณ์ การพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น การรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ และการลงข้อสรุป โดยนำเสนอรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การสำรวจปรากฏการณ์

จากสถานการณ์ในแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ที่มีการระบุปริมาณสารฟอร์มาลินในปลาหมึกจากร้านค้า 3 ร้าน ในหน่วยความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยใช้คำถามเพื่อวัดการสำรวจปรากฏการณ์ของนักเรียน ให้นักเรียนระบุวิธีการสำรวจตรวจสอบและให้เหตุผล ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการสำรวจปรากฏการณ์หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งดังรายละเอียดในตาราง 2

ตาราง 2 ระดับความสามารถในการสำรวจปรากฏการณ์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ระดับความสามารถในการสำรวจปรากฏการณ์	ตัวอย่างคำตอบหลังการจัดการเรียนรู้	จำนวน (คน)	
		ก่อนการจัด การเรียนรู้	หลังการจัด การเรียนรู้
สูง	"1) สืบค้นข้อมูลว่าปริมาณฟอร์มาลินเท่าไรที่ส่งผลต่อสุขภาพ ในหน่วย mol/dm^3 จากหลายแหล่งอ้างอิง (วิธีการสำรวจตรวจสอบ 1) เพื่อนำมาใช้ในการเปรียบเทียบ (เหตุผล 1) 2) คำนวณปริมาณฟอร์มาลินในแต่ละร้านขายของสด ในหน่วยความเข้มข้น mol/dm^3 (วิธีการสำรวจตรวจสอบ 2) เพื่อเปรียบเทียบกับปริมาณที่ส่งผลต่อสุขภาพ (เหตุผล 2) 3) นำข้อมูลสืบค้นได้มาเปรียบเทียบ (วิธีการสำรวจตรวจสอบ 3) เพื่อดูว่าร้านใดมีปริมาณฟอร์มาลินเกิน ส่งผลอันตรายต่อสุขภาพ (เหตุผล 3) 4) สืบค้นเพิ่มเติม เช่น ความหนาแน่นของฟอร์มาลิน (วิธีการสำรวจตรวจสอบ 4) เพื่อนำมาช่วยในการคำนวณ เพราะจะได้ข้อมูลที่ถูกต้องชัดเจน เปรียบเทียบข้อมูลคำนวณและสืบค้นได้ ก็รู้ว่าร้านใดเกินปริมาณฟอร์มาลินที่ส่งผลอันตรายต่อสุขภาพ (เหตุผล 4)" (นร. 4)	0	18
กลาง	"แปลงเป็นหน่วยเดียวกัน ทำให้ง่ายต่อการเปรียบเทียบ โดยเปลี่ยนเป็นหน่วย ppm เพราะทำให้ง่ายต่อการคำนวณ และการเปรียบเทียบได้ชัดเจนมากขึ้น" (นร. 1)	3	11
ต่ำ	"ใช้เครื่องมือวิเคราะห์" (นร. 10)	27	1

ตาราง 4 ระดับความสามารถในการรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ระดับความสามารถ ในการรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์	ตัวอย่างคำตอบหลังการจัดการเรียนรู้	จำนวน (คน)	
		ก่อนการจัด การเรียนรู้	หลังการจัด การเรียนรู้
สูง	“1) ปริมาณฟอร์มาลินที่ร่างกายได้รับแล้วส่งผลเสียต่อสุขภาพอนามัยของผู้บริโภค (หลักฐาน 1) และ 2) ข้อมูลการคำนวณปริมาณฟอร์มาลินในปลาหมึกทั้ง 3 ร้าน (หลักฐาน 2) เพราะจะได้นำข้อมูลที่คำนวณได้มาเทียบกับร้านใดมีปริมาณมากกว่าที่อันตราย แสดงว่า ปลาหมึกร้านนั้นส่งผลอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภค (เหตุผล 1 และ 2)” (นร. 4)	11	21
กลาง	“ข้อมูลการคำนวณปริมาณฟอร์มาลินในปลาหมึกทั้ง 3 ร้าน (หลักฐาน 1) เพราะจะได้นำข้อมูลที่โจทย์ให้มา มาคำนวณหาว่าปลาหมึกจากร้านใดมีปริมาณฟอร์มาลินมากน้อยเท่าใด แล้วนำมาเปรียบเทียบกับ (เหตุผล 1)” (นร. 9)	18	9
ต่ำ	—	1	0

จากตาราง 4 พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีความสามารถในการรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ในระดับกลางและสูง โดยนักเรียนส่วนใหญ่จำนวน 18 คน อยู่ในระดับกลาง แต่หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนมีพัฒนาการการรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ดีขึ้น นักเรียนส่วนใหญ่จำนวน 21 คน อยู่ในระดับสูง โดยนักเรียนกลุ่มนี้สามารถระบุหลักฐานและให้เหตุผลอย่างถูกต้องและครบถ้วน ระบุอย่างน้อย 2 หลักฐาน และรองลงมาจำนวน 9 คน อยู่ในระดับกลาง ที่สามารถระบุหลักฐาน และให้เหตุผลอย่างถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน โดยระบุเพียง 1 หลักฐาน

4. การลงข้อสรุป

จากคำถามในแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ที่ให้นักเรียนลงข้อสรุปพร้อมให้เหตุผล พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการลงข้อสรุปเพิ่มขึ้นหลังการ

จัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ดังรายละเอียดในตาราง 5

จากตาราง 5 ผู้วิจัยพบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีความสามารถในการลงข้อสรุปในระดับต่ำและกลาง โดยนักเรียนส่วนใหญ่จำนวน 25 คน อยู่ในระดับต่ำ แต่หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ผู้วิจัยพบว่านักเรียนมีพัฒนาการในการลงข้อสรุปที่ดีขึ้น นักเรียนส่วนใหญ่จำนวน 18 คน อยู่ในระดับสูง โดยนักเรียนกลุ่มนี้สามารถลงข้อสรุปและอธิบายโดยใช้หลักฐานที่ถูกต้อง และรองลงมาจำนวน 10 คน อยู่ในระดับกลาง ที่ลงข้อสรุปไม่ถูกต้อง แต่อธิบายโดยใช้หลักฐานได้ถูกต้อง

จากผลการวิจัย พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ จากการวัดระหว่างการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจร โดยใช้รายงานการสำรวจตรวจสอบ และการวัดก่อนและหลังการจัดการ

ตาราง 5 ระดับความสามารถในการลงข้อสรุปก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ระดับความสามารถ ในการลงข้อสรุป	ตัวอย่างคำตอบหลังการจัดการเรียนรู้	จำนวน (คน)	
		ก่อนการจัด การเรียนรู้	หลังการจัด การเรียนรู้
สูง	“ร้านที่ 2 (ข้อสรุป) เพราะร้านที่ 2 มีปริมาณฟอร์มาลินเกินค่ามาตรฐานที่องค์การอนามัยโลกกำหนด และมีปริมาณฟอร์มาลินมากที่สุด (เหตุผล)” (นร. 7)	0	18
กลาง	“ร้าน 1 (ข้อสรุป) เพราะจากการคำนวณปริมาณฟอร์มาลินในหน่วย ppm มีปริมาณมากที่สุด (เหตุผล)” (นร. 23)	5	10
ต่ำ	“ร้านที่ 1 (ข้อสรุป)” (นร. 13)	25	2

เรียนรู้ โดยแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์นั้น ผลการวิจัยมีความสอดคล้องกันคือ นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้นหลังการจัดการเรียนรู้แต่ละวงจร และหลังการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง

สรุปผลและอภิปราย

จากผลการวิจัย พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ นักเรียนมีระดับความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้น สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Sampson et al. (2010) ที่ศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง พบว่า สามารถพัฒนาความสามารถในการใช้หลักฐานและเหตุผลของนักเรียนระดับอุดมศึกษาที่เรียนในรายวิชาเคมีได้ เนื่องจากขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งมีแนวการสอนแบบสืบเสาะและสร้างบริบทในการโต้แย้งให้กับนักเรียน ช่วยส่งเสริม

ให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยหลักฐานและเหตุผลที่เหมาะสม (Berland and Reiser, 2009) เมื่อพิจารณาในแต่ละองค์ประกอบของความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง นักเรียนมีพัฒนาการในทุกองค์ประกอบ สามารถอภิปรายได้ดังนี้

1. การสำรวจปรากฏการณ์ในกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง มีขั้นตอนเริ่มจากการให้นักเรียนได้ศึกษาสถานการณ์ที่มีความน่าสนใจ โดยในการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 1 นั้น ผู้วิจัยได้ระบุสถานการณ์ให้นักเรียนเลือกใช้สารในการล้างผักคะน้าเพื่อลดสารพิษจากยาฆ่าแมลง เนื่องจากเป็นเรื่องที่ใกล้ตัว และเกี่ยวข้องกับชีวิตของนักเรียน จึงทำให้นักเรียนมีความสนใจที่จะศึกษาและหาข้อสรุปของสถานการณ์ ในขั้นตอนการออกแบบวิธีการและเก็บข้อมูลนักเรียนได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ในการออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบ พร้อมให้เหตุผล โดยครูได้กระตุ้นโดยใช้คำถามให้นักเรียนทำการออกแบบการสำรวจตรวจสอบ โดยใช้เหตุผลที่มีความสมเหตุสมผล

สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sampson et al. (2010) ที่เสนอว่าในขั้นนี้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้เสนอวิธีการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งในขั้นนี้ครูต้องกระตุ้นให้นักเรียนในกลุ่มช่วยกันในการออกแบบและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

2. การคาดคะเนคำตอบ ในขั้นตอนของการออกแบบวิธีการและเก็บรวบรวมข้อมูลนั้น นักเรียนได้ร่วมกันอภิปราย และแสดงข้อคิดเห็นของตนในการคาดคะเนคำตอบของสถานการณ์ พร้อมให้เหตุผลของการคาดคะเน โดยครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิด สอดคล้องกับงานวิจัยของ Chulaluk (2013) ที่พบว่ากิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มในการคาดคะเนคำตอบล่วงหน้าจากคำถามของครู ช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการคิดและการเชื่อมโยงถึงสาเหตุและผลของสถานการณ์ปัญหา โดยให้นักเรียนได้คำนึงคำตอบของสถานการณ์ปัญหาและคาดคะเนคำตอบจากการเชื่อมโยงข้อมูลที่ได้จากสถานการณ์ปัญหา

3. การรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ ในขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวม เพื่อตัดสินใจนำข้อมูลมาใช้ในการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว ซึ่งนักเรียนได้นำเสนอหลักฐานหรือข้อมูลเชิงประจักษ์ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบและใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง โดยในขั้นตอนนี้ครูกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการลงข้อสรุปโดยใช้หลักฐานและเหตุผลที่มีความถูกต้อง น่าเชื่อถือ และเพียงพอที่จะนำมาใช้ในการสนับสนุนข้อสรุปได้ สอดคล้องกับ Hodson (2008) ที่เสนอว่าเป้าหมายในขั้นตอนนี้ คือ การเน้นให้นักเรียนจัดกระทำ วิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลเชิงประจักษ์ที่น่าเชื่อ-

ถือ นอกจากนั้นในขั้นตอนกิจกรรมการโต้แย้ง นักเรียนมีโอกาสนำเสนอข้อโต้แย้ง พร้อมหลักฐานที่ใช้ในการสนับสนุนข้อสรุป และแสดงความคิดเห็นต่อข้อโต้แย้งของกลุ่มเพื่อน พร้อมให้เหตุผล จึงช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเลือกใช้หลักฐานและเหตุผลที่มีความถูกต้อง น่าเชื่อถือ และมีความเพียงพอที่จะสามารถนำมาสนับสนุนความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ได้ เนื่องจากการกระตุ้นให้นักเรียนได้โต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์นั้น ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถแยกแยะข้อโต้แย้งที่น่าเชื่อถือโดยพิจารณาทฤษฎี หลักฐาน ประจักษ์พยาน และสามารถประเมินข้อโต้แย้งหรือข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และหลักฐานจากแหล่งที่มาต่าง ๆ ได้ (Kuhn and Reiser, 2004)

4. การลงข้อสรุป ในขั้นตอนของการวิเคราะห์ข้อมูลและสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราวนั้น นักเรียนได้อภิปราย แสดงความคิดเห็นร่วมกันภายในกลุ่มในการสร้างข้อโต้แย้งชั่วคราว ซึ่งองค์ประกอบหนึ่งของข้อโต้แย้งชั่วคราว คือ การให้เหตุผลในการลงข้อสรุป โดยนักเรียนต้องอธิบายเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง ในขั้นตอนนี้ครูต้องกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการลงข้อสรุปโดยใช้หลักฐานและเหตุผลที่มีความถูกต้อง น่าเชื่อถือ และเพียงพอที่จะนำมาใช้ในการสนับสนุนข้อสรุปได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Santichai (2010) ที่ศึกษาผลของการสอนวิชาชีววิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งต่อความมีเหตุผลของนักเรียน พบว่าภายหลังการทดลองนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความมีเหตุผลสูงกว่าก่อนการทดลอง เนื่องจากกิจกรรมการเรียนการสอนนี้มีขั้นตอนในการกำหนดภาระงานให้นักเรียนทำคือการสร้างคำ

อธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นภาระงานที่เอื้อต่อการฝึกคิดอย่างมีเหตุผล เพราะนักเรียนต้องสร้างข้อกล่าวอ้างที่มีหลักฐานยืนยันและมีการให้เหตุผลประกอบ นอกจากนี้ในกิจกรรมการโต้แย้งและการตรวจสอบโดยเพื่อน นักเรียนยังได้แสดงความคิดเห็นต่อข้อสรุปของเพื่อนอย่างมีเหตุผลซึ่งช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถลงข้อสรุปโดยใช้หลักฐานที่มีความสมเหตุสมผลได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Acar and Patton (2012) ที่ได้วิจัยเรื่อง การโต้แย้งและทักษะการให้เหตุผลเชิงรูป-นัยในการโต้แย้งที่อยู่บนฐานของการสืบเสาะแบบชี้แนะแนวทาง พบว่า กิจกรรมการโต้แย้งช่วยพัฒนาโน้ตสันและทักษะการให้เหตุผลของนักเรียน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาวิจัยครั้งต่อไป

การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง มีขั้นตอนที่ให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มขนาดเล็กในการศึกษาสถานการณ์ที่น่าสนใจ อภิปราย และแสดงความคิดเห็นในการออกแบบการสำรวจตรวจสอบ การคาดคะเนคำตอบ รวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ และลงข้อสรุปจากหลักฐานโดยใช้เหตุผลและหลักฐานที่มีความเหมาะสม รวมทั้งมีกิจกรรมการโต้แย้งที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้มีโอกาสในการนำเสนอข้อโต้แย้งของตน และแสดงความคิดเห็นต่อการสำรวจตรวจสอบ และการลงข้อสรุปของกลุ่มเพื่อน โดยใช้หลักฐานและเหตุผลจึงทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในเรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ได้ จึงควรมีการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะ

ที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งที่มีผลต่อการพัฒนาทักษะ ความสามารถอื่น ๆ เช่น การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำวิจัยไปใช้จัดการเรียนการสอน

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนสตรีประจำจังหวัดในเขตภาคเหนือตอนล่าง ดังนั้นในการนำงานวิจัยไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนนั้นควรมีการปรับรูปแบบขั้นตอนการเรียนการสอนตามรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งและกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับบริบท กลุ่มเป้าหมายหรือเนื้อหาที่สอน

เอกสารอ้างอิง

- Acar, O., and Patton, B. R. (2012). Argumentation and formal reasoning skills in an argumentation based guided inquiry course. **Procedia-Social and Behavioral Sciences** 46: 4756–4760.
- Berland, L. K., and Reiser, B. J. (2009). Making sense of argumentation and explanation. **Science Education** 93(1): 26–55.
- Boonchom, S. (2001). **Introduction of Research**. 9th ed. Bangkok: Suwiriyasan. (in Thai)
- Chulaluk, Y. (2013). **Effect of Instructional Using Learning Stages of Basic Inferences on Scientific Reasoning Abi-**

- lity and Physics Learning Achievement of Upper Secondary School Students.** Master of Education Thesis. Bangkok: Chulalongkorn University. (in Thai)
- Enderle, P., Grooms, J., and Sampson, V. (2012). Argument focused instruction and science proficiency in middle and high school classrooms. **NARST Annual International Conference USA**: Indiana University.
- Hodson, D. (2008). **Toward Scientific Literacy: A Teachers' Guide to the History Philosophy and Sociology of Science.** The Netherlands: Science Publishers.
- Kemmis, S., and McTaggart, M., Eds. (1988). **The Action Research Planner.** Victoria, Australia: Deakin University.
- Kolsto, S. D. (2001). Scientific literacy for citizenship: tools for dealing with the science. **Science Education** 85(3): 291–310.
- Kuhn, L., and Reiser, B. (2004). **Students Constructing and Defending Evidence-Base Scientific Explanations. Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching.** Dallas: Texas.
- Lawson, A. E. (2009). Basic inferences of scientific reasoning, argumentation, and discovery. **Science Education.** 94(2): 336–364.
- Bao, L., Cai, T., Koenig, K., Fang, K., Han, J., Wang, J., Liu, Q., Ding, L., Cui, L., Luo, Y., Wang, Y., Li, L., and Wu, N. (2009). Learning and scientific reasoning. **Science Magazine** 323(5914): 586–587.
- Nopporn, T. (2007). **Efficiency of Innovation.** Chiang Rai: Chiang Rai Rajabhat University. (in Thai).
- Sampson, V., Grooms, J., and Walker, J. P. (2010). Argument-Driven Inquiry as a way to help student learn how to participate in scientific argumentation and craft Written Arguments: An Exploratory Study. **Science Education** 95(2): 217–257.
- Santichai, A. 2010. **Effect of Biology Instructional Using the Argument-Driven Inquiry Instructional Model on Ability in Scientific Explanation Making and Rationality of Upper Secondary School Students.** Master of Education Thesis. Bangkok: Chulalongkorn University. (in Thai).
- Sunee, K., Prechan, D., and Amplika, P. (2007). **PISA 2006 Report.** Bangkok. IPST. (in Thai).
- Taweesak, N. (2005). **Principle of Qualitative Research.** NaKhon Ratchasima: Chokjalern Marketing. (in Thai)
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2012). **Science Mathematics and Technology Class Curriculum for Senior High School 2012.** Bangkok: Author. (in Thai).